

技術の性能確認シート

■画像計測技術（橋梁）

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術
開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

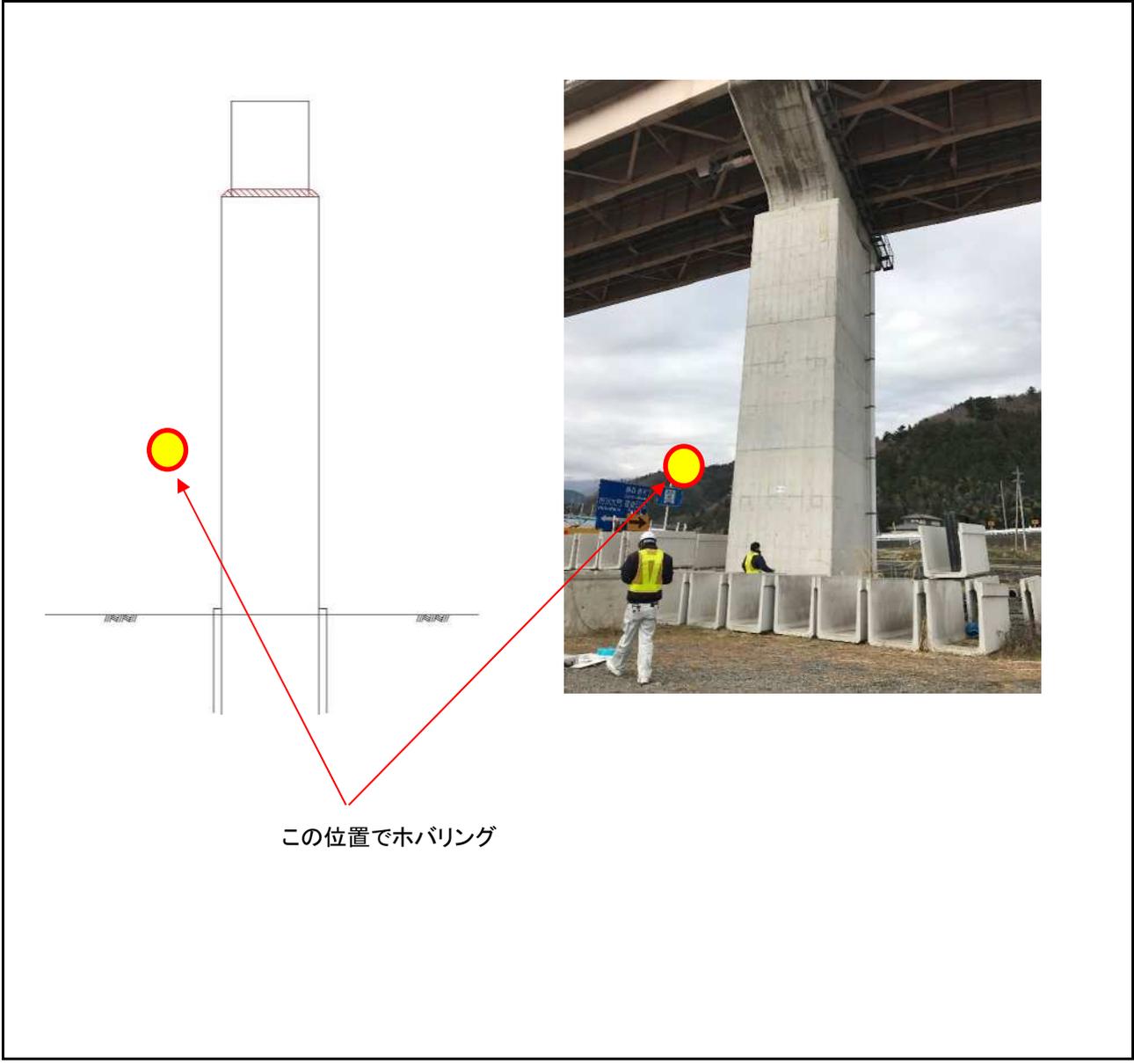
試験日 平成31年 2月 5日 天候 晴れ 気温 °C 風速 1.5 m/s

試験場所 波木井高架橋

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 構造物近傍での安定性能

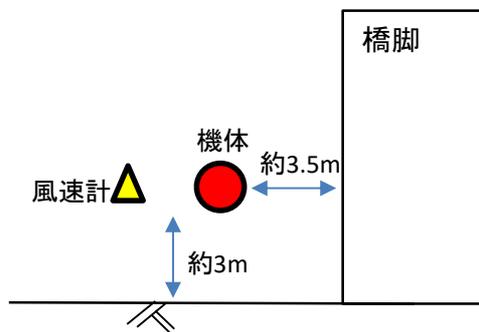
対象構造物の概要



試験方法(手順)

- ① 飛行高さの位置に風速計を設置
- ② 離陸後、ホバリング位置まで飛行し、自律飛行によるホバリングを開始(5分間計測)→着陸
- ③ 以降内業
5分間の飛行ログと風速計の記録の照らし合わせ
- ④ 最大風速またはそれに近い風速の時の機体の移動距離から外乱収束距離を算出

開発者による計測機器の設置状況



- ・風速計は飛行高さに合わせ(約3m)、機体のダウンウォッシュの影響を受けない位置に設置
- ・飛行は、高さ約3m、構造物との距離約3.5m(実際の点検を想定)として、5分間の飛行を実施
- ・機体は、VisualSLAMにより自律制御のホバリングにて一定位置で飛行

計測結果の比較

風速計の記録データ

飛行ログデータ

時間	風速(m/s)	風向	前後(m)	左右(m)	高度(m)
10:57:00	1	NE	7.91357864	-5.601971535	3.2377243
10:57:01	0.9	NE	7.917721285	-5.592183323	3.1995773
10:57:02	0.9	NE	7.927314779	-5.577797618	3.2436848
10:57:03	0.8	ENE	7.951371192	-5.536390516	3.2806397
10:57:04	0.7	ENE	7.927460135	-5.507530123	3.3211708
10:57:05	0.6	ENE	7.901877485	-5.452567831	3.2866001
10:57:06	0.5	ENE	7.893265144	-5.397071636	3.2317638
10:57:07	0.6	ENE	7.883998701	-5.335939805	3.221035
10:57:08	0.5	ENE	7.882222241	-5.277477486	3.2224102
11:01:55	1.4	NNE	8.005298258	-5.219193134	3.1884843
11:01:56	1.5	NNE	7.997630729	-5.209790519	3.1650066
11:01:57	1.8	NNE	8.021069379	-5.24428655	3.1793118
11:01:58	1.6	NNE	8.006461104	-5.208218473	3.1518936
11:01:59	1.8	NNE	7.967905433	-5.207387958	3.1936169
11:02:00	1.8	NNE	7.941559664	-5.204659123	3.2007694

計測結果まとめ

時間	風速(m/s)	風向	前後(m)	左右(m)	高度(m)	移動量(前後)	移動量(左右)	移動量(高度)
10:57:00	1	NE	7.91357864	-5.601971535	3.2377243	0	0	0
10:59:49	1.9	NNE	8.039291221	-5.306990427	3.3187866	-0.125712581	-0.294981108	-0.0810623
10:59:50	1.9	NNE	8.040874129	-5.412732775	3.2949448	-0.127295489	-0.189238760	-0.0572205
10:59:51	1.8	NE	8.037894332	-5.415164997	3.2842159	-0.124315692	-0.186806538	-0.0464916
10:59:52	1.5	NE	8.026701922	-5.415580255	3.2603741	-0.113123282	-0.186391280	-0.0226498
11:00:10	1.5	NE	8.036767823	-5.134895868	3.1197071	-0.123189183	-0.467075667	0.1180172
11:00:11	1.6	NNE	8.020015548	-5.126925312	3.1507015	-0.106436908	-0.475046223	0.0870228
11:00:12	1.8	NNE	8.011730258	-5.1128279	3.1709671	-0.098151618	-0.489143635	0.0667572
11:00:13	1.5	NE	8.016381649	-5.115378768	3.1685829	-0.102803009	-0.486592767	0.0691414
11:01:25	1.9	NNE	7.980151674	-5.214981237	3.3354759	-0.066573034	-0.386990298	-0.0977516
11:01:26	1.9	NNE	7.953478853	-5.205815912	3.3342838	-0.039900213	-0.396155623	-0.0965595
11:01:27	1.6	NNE	7.977571605	-5.267274017	3.3140183	-0.063992965	-0.334697518	-0.0762940
11:01:28	1.8	N	7.982404691	-5.300346308	3.3044815	-0.068826051	-0.301625227	-0.0667572
11:01:57	1.8	NNE	8.021069379	-5.24428655	3.1793118	-0.107490739	-0.357684985	0.0584125
11:01:58	1.6	NNE	8.006461104	-5.208218473	3.1518936	-0.092882464	-0.393753062	0.0858307
11:01:59	1.8	NNE	7.967905433	-5.207387958	3.1936169	-0.054326793	-0.394583577	0.0441074
11:02:00	1.8	NNE	7.941559664	-5.204659123	3.2007694	-0.027981024	-0.397312412	0.0369549

	時間	風速	Y(前後)	X(左右)	Z(高度)	壁面距離	風向
START	10:57:00	1m/s	7.91357864	-5.601971535	3.2377243	3.5	NE
	10:59:50	1.9(MAX)	8.040874129	-5.412732775	3.2949448	3.3107612	NNE
	11:00:12	1.8	8.011730258	-5.1128279	3.1709671	3.0108564	NNE
	11:01:25	1.9(MAX)	7.980151674	-5.214981237	3.3354759	3.1130097	NNE
FINISH	11:02:00	1.8	7.941559664	-5.204659123	3.2007694	3.1026876	NNE
		最大	0.127295489	0.489143635	0.0977516	3.0108564	

※5分間で瞬間風速が最大もしくは最大値に近い風速となった時間をピックアップし
初期位置から移動した距離の最大値を算出
※風速は風速計の記録より、機体の移動距離は飛行ログより取得

【検証結果】 安定性能は、前後: ±0.12m、左右: ±0.49m、高度: ±0.10m となった

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40℃ (10℃)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件 (検証時は撮影なし)

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上

○ISO感度:640以下 ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術

開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

試験日 令和1年 11月 日 天候 晴れ 気温 °C 風速 m/s

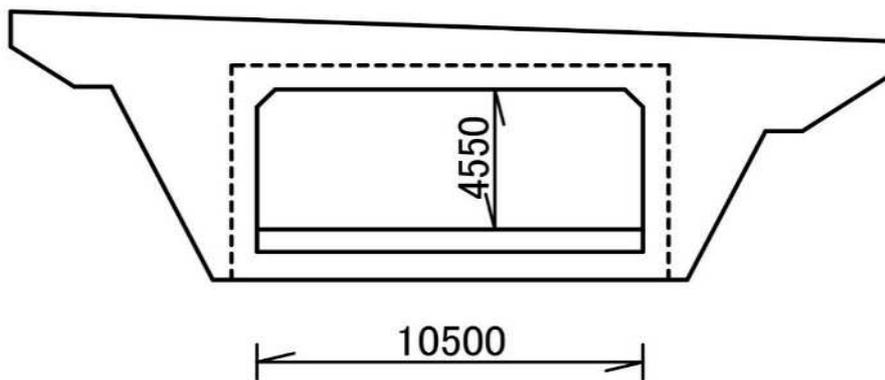
試験場所 青森県

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 狭小進入可能性能

対象構造物の概要

※対象構造物の一般図、全体写真、計測対象となる部位・部材の写真に記載すること

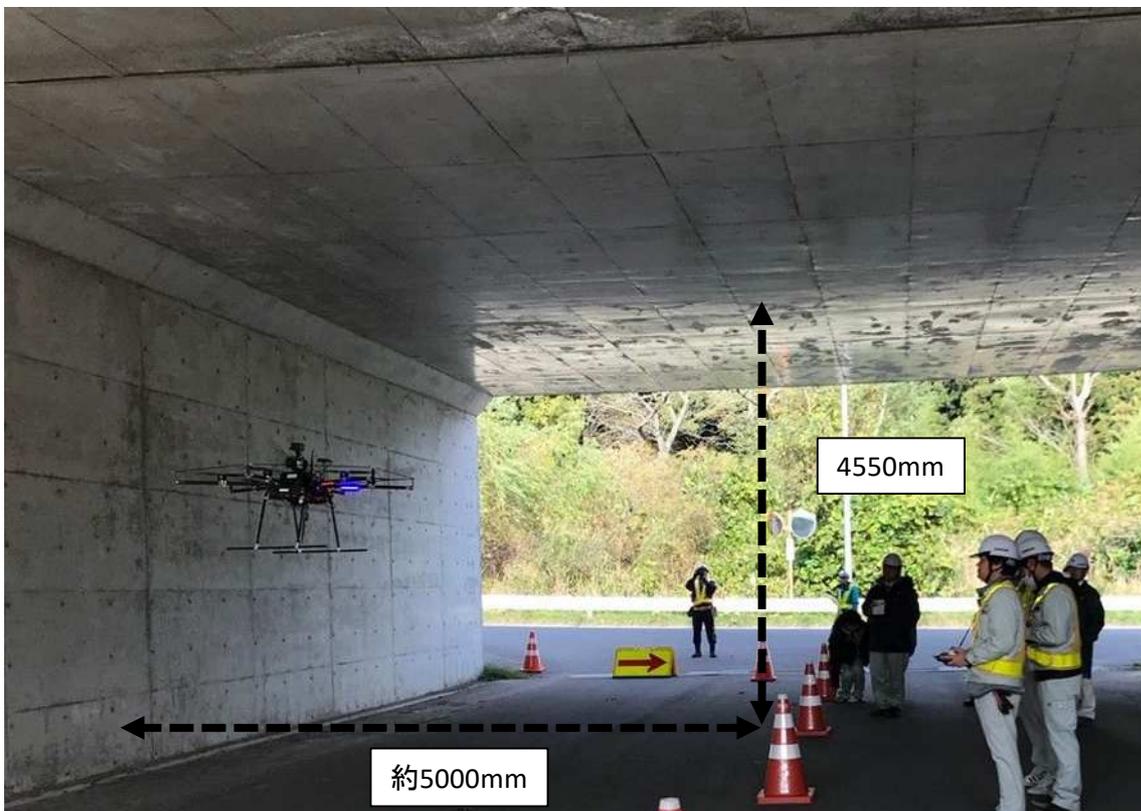


試験方法(手順)

- ① ボックスカルバート内にカラーコーンで飛行範囲(壁面から約5mの位置)を設置
- ② 対象構造物付近から離陸し、ボックスカルバート内に進入する
- ③ ボックスカルバート内でホバリングを行い、機体の安定性を確認する

計測結果の比較

○飛行状況写真



【検証結果】

- ・VisualSLAMによるビジョンアシストモード(自動ホバリング)にて、桁下高さ5m以下の空間に進入、また、飛行できることを確認した

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下（3.0m/s以下） ○気温:0～40℃（10℃程度）

○天候:晴れもしくは曇り（晴れ）

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、アスファルトの白線や汚れがあったため有効)

◆撮影条件（検証時は撮影なし）

○被写体距離:3～4m ○シャッター速度:1/800秒以上

○ISO感度:640以下 ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術

開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

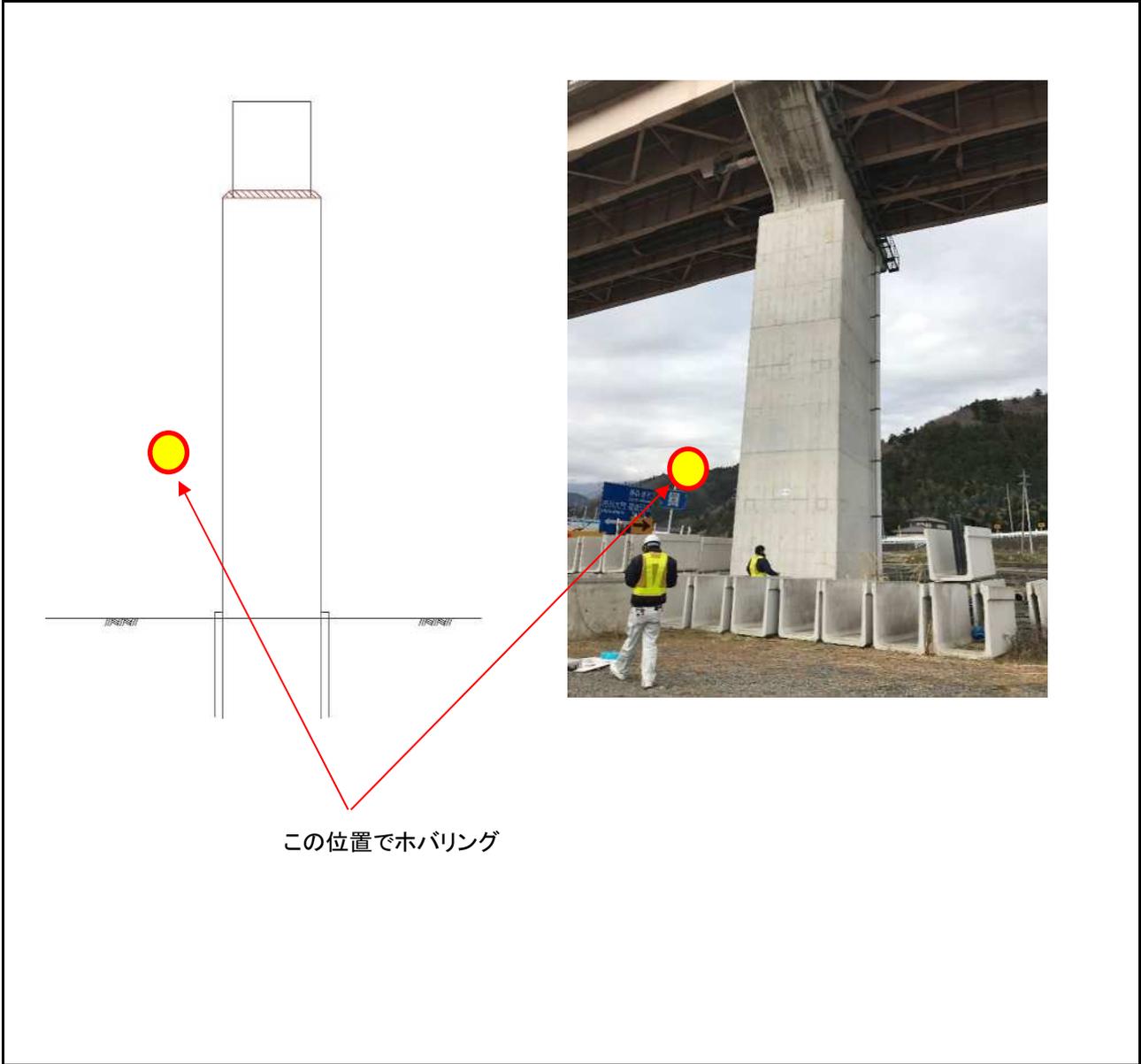
試験日 平成31年 2月 5日 天候 晴れ 気温 °C 風速 1.5 m/s

試験場所 波木井高架橋

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 運動位置精度

対象構造物の概要

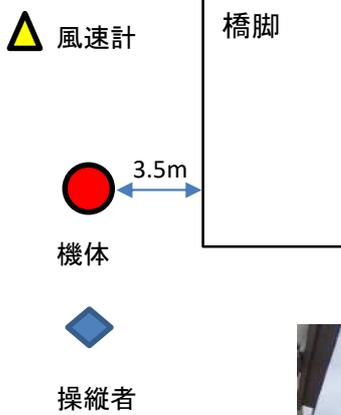


試験方法(手順)

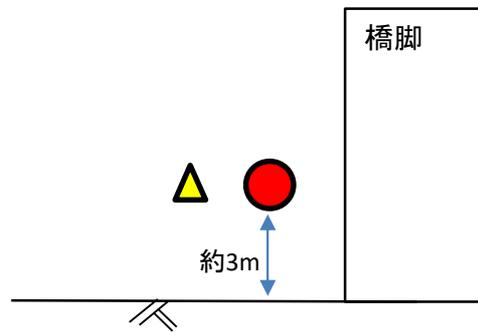
- ① 飛行高さの位置に風速計を設置
- ② 離陸後、ホバリング位置まで飛行し、自律飛行によるホバリングを開始(5分間計測)→着陸
- ③ 以降内業
5分間の飛行ログと風速計の記録の照らし合わせ
- ④ 最大風速またはそれに近い風速の時の機体の移動距離から外乱収束距離を算出

開発者による計測機器の設置状況

見下図



側面図



計測結果の比較

風速計の記録データ

飛行ログデータ

時間	風速(m/s)	風向	前後(m)	左右(m)	高度(m)
10:57:00	1	NE	7.91357864	-5.601971535	3.2377243
10:57:01	0.9	NE	7.917721285	-5.592183323	3.1995773
10:57:02	0.9	NE	7.927314779	-5.577797618	3.2436848
10:57:03	0.8	ENE	7.951371192	-5.536390516	3.2806397
10:57:04	0.7	ENE	7.927460135	-5.507530123	3.3211708
10:57:05	0.6	ENE	7.901877485	-5.452567831	3.2866001
10:57:06	0.5	ENE	7.893265144	-5.397071636	3.2317638
10:57:07	0.6	ENE	7.883998701	-5.335939805	3.221035
10:57:08	0.5	ENE	7.898388941	-5.277477486	3.2234192
10:57:09	0.5	ENE	7.892298256	-5.219193134	3.1864643
10:57:10	1.1	NNE	8.005298256	-5.219193134	3.1864643
11:01:56	1.5	NNE	7.997630729	-5.209790519	3.1650066
11:01:57	1.8	NNE	8.021069379	-5.24428655	3.1793118
11:01:58	1.6	NNE	8.006461104	-5.208218473	3.1518936
11:01:59	1.8	NNE	7.967905433	-5.207387958	3.1936169
11:02:00	1.8	NNE	7.941559664	-5.204659123	3.2007694

計測結果まとめ

時間	風速(m/s)	風向	前後(m)	左右(m)	高度(m)	移動量(前後)	移動量(左右)	移動量(高度)
10:57:00	1	NE	7.91357864	-5.601971535	3.2377243	0	0	0
10:59:49	1.9	NNE	8.039291221	-5.306990427	3.3187866	-0.125712581	-0.294981108	-0.0810623
10:59:50	1.9	NNE	8.040874129	-5.412732775	3.2949448	-0.127295489	-0.189238760	-0.0572205
10:59:51	1.8	NE	8.037894332	-5.415164997	3.2842159	-0.124315692	-0.186806538	-0.0464916
10:59:52	1.5	NE	8.026701922	-5.415580255	3.2603741	-0.113123282	-0.186391280	-0.0226498
11:00:10	1.5	NE	8.036767823	-5.134895868	3.1197071	-0.123189183	-0.467075667	0.1180172
11:00:11	1.6	NNE	8.020015548	-5.126925312	3.1507015	-0.106436908	-0.475046223	0.0870228
11:00:12	1.8	NNE	8.011730258	-5.1128279	3.1709671	-0.098151618	-0.489143635	0.0667572
11:00:13	1.5	NE	8.016381649	-5.115378768	3.1685829	-0.102803009	-0.486592767	0.0691414
11:01:25	1.9	NNE	7.980151674	-5.214981237	3.3354759	-0.066573034	-0.386990298	-0.0977516
11:01:26	1.9	NNE	7.953478853	-5.205815912	3.3342838	-0.039900213	-0.396155623	-0.0965595
11:01:27	1.6	NNE	7.977571605	-5.267274017	3.3140183	-0.063992965	-0.334697518	-0.0762940
11:01:28	1.8	N	7.982404691	-5.300346308	3.3044815	-0.068826051	-0.301625227	-0.0667572
11:01:57	1.8	NNE	8.021069379	-5.24428655	3.1793118	-0.107490739	-0.357684985	0.0584125
11:01:58	1.6	NNE	8.006461104	-5.208218473	3.1518936	-0.092882464	-0.393753062	0.0858307
11:01:59	1.8	NNE	7.967905433	-5.207387958	3.1936169	-0.054326793	-0.394583577	0.0441074
11:02:00	1.8	NNE	7.941559664	-5.204659123	3.2007694	-0.027981024	-0.397312412	0.0369549

	時間	風速	Y(前後)	X(左右)	Z(高度)	壁面距離	風向
START	10:57:00	1m/s	7.91357864	-5.601971535	3.2377243	3.5	NE
	10:59:50	1.9(MAX)	8.040874129	-5.412732775	3.2949448	3.3107612	NNE
	11:00:12	1.8	8.011730258	-5.1128279	3.1709671	3.0108564	NNE
	11:01:25	1.9(MAX)	7.980151674	-5.214981237	3.3354759	3.1130097	NNE
FINISH	11:02:00	1.8	7.941559664	-5.204659123	3.2007694	3.1026876	NNE
		最大	0.127295489	0.489143635	0.0977516	3.0108564	

※5分間で瞬間風速が最大もしくは最大値に近い風速となった時間をピックアップし
初期位置から移動した距離の最大値を算出

※風速は風速計の記録より、機体の移動距離は飛行ログより取得

【検証結果】 以上の結果から、外乱のありなしに関わらず、運動位置精度は水平・垂直方向共に±0.50m

※飛行する周囲環境(地上)の状況により異なる

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40°C (10°C)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件 (検証時は撮影なし)

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上

○ISO感度:640以下 ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術
開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

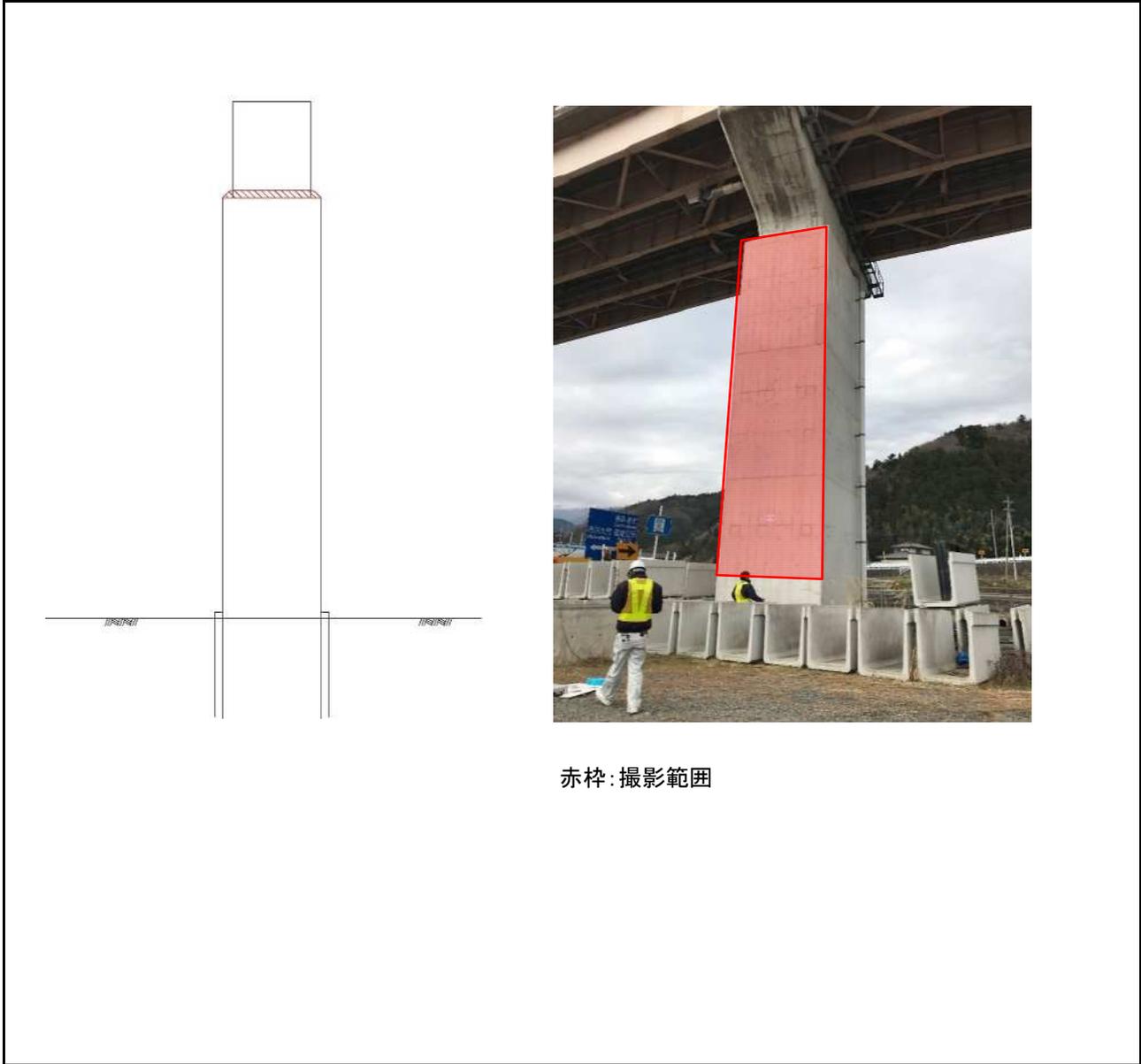
試験日 平成31年 2月 5日 天候 晴れ 気温 °C 風速 1.5 m/s

試験場所 波木井高架橋

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 撮影速度

対象構造物の概要



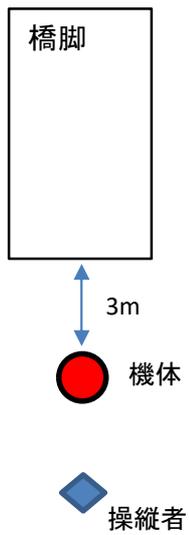
赤枠: 撮影範囲

試験方法(手順)

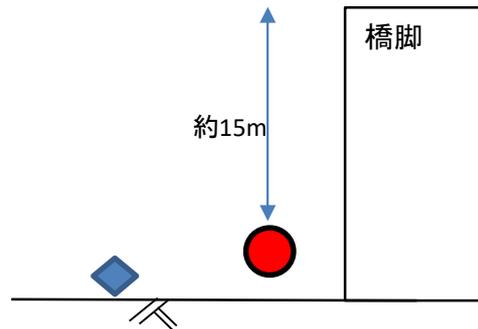
- ① 点検用カメラのシャッターを2秒1回で設定
- ② 撮影範囲を0.5m/sで飛行し、撮影(撮影時間を計測)
- ③ 撮影範囲の撮影時間、撮影画像が50%ラップ程度で撮影されているかを確認

開発者による計測機器の設置状況

見下図



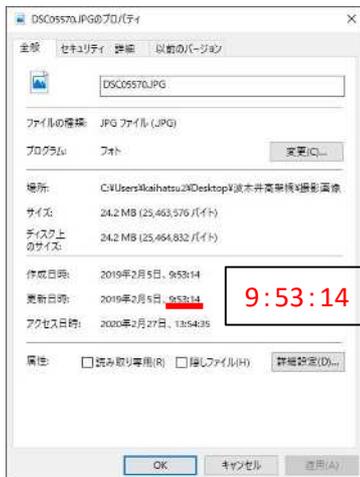
側面図



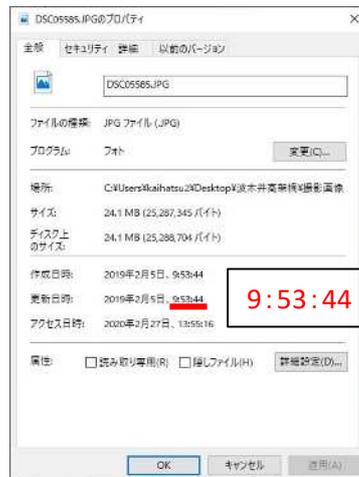
計測結果の比較



最下部撮影画像データ



最上部撮影画像データ



【検証結果】 高さ15mの範囲を30秒で撮影 → 0.5m/sで撮影

※被写体距離を離すことで、よりラップ率を確保できるため、最大1.0m/sとする

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40℃ (10℃)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上 (1/1250)

○ISO感度:640以下 (320) ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術
開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

試験日 平成31年 2 月 5 日 天候 晴れ 気温 °C 風速 m/s

試験場所 施工技術総合研究所

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 計測精度

対象構造物の概要

模擬ひびわれ板(日射あり)



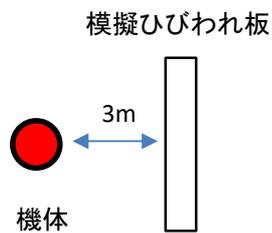
模擬ひびわれ板(日射なし)



試験方法(手順)

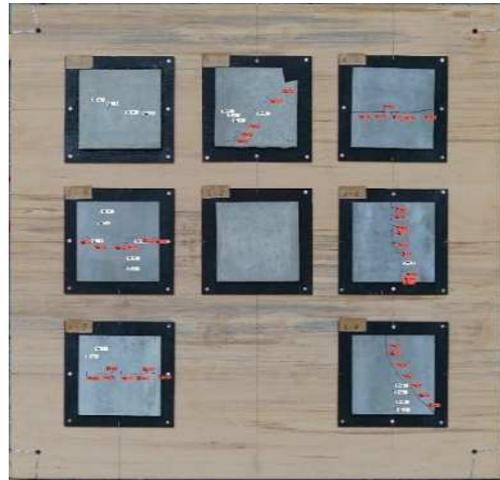
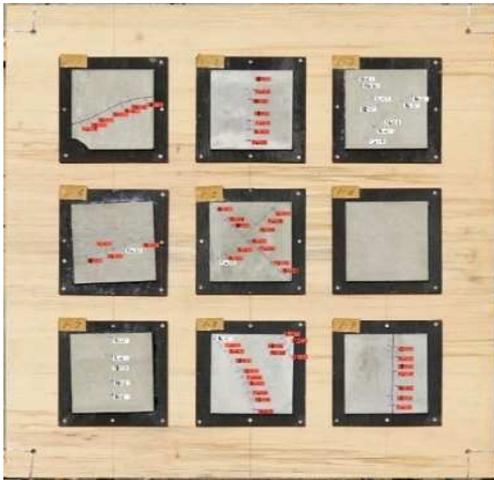
- ① 実際の点検を想定し、撮影距離を約3mとして撮影
- ② 撮影した画像を解析ソフトにて計測
- ③ 実計測データと解析結果を比較

開発者による計測機器の設置状況



計測結果の比較

解析ソフト結果画像(左:日射1-1~1-9、右:日射なし2-1~2-8)



比較データ(左:日射、右:影)

日射あり(6.5klx~22klx)		
NO.	真値	計測値
1-1	1.0	1.0
1-2	0.2	0.2
1-3	0.05	0.1
1-4	0.1	0.2
1-5	0.4	0.3
1-6	-	-
1-7	0.05	0.1
1-8	0.2	0.2
1-9	1.0	1.0
2-1	0.05	0.1
2-2	0.1	0.1
2-3	1.0	1.0
2-4	0.2	0.2
2-5	-	-
2-6	0.3	0.3
2-7	0.3	0.4
2-8	0.1	0.1

日射なし(1.4klx~2klx)		
NO.	真値	計測値
1-1	1.0	1.0
1-2	0.2	0.1
1-3	0.05	0.1
1-4	0.1	0.1
1-5	0.3	0.3
1-6	-	-
1-7	0.05	0.1
1-8	0.2	0.2
1-9	1.0	1.0
2-1	0.05	0.1
2-2	0.1	0.1
2-3	1.0	1.0
2-4	0.2	0.2
2-5	-	-
2-6	0.3	0.4
2-7	0.3	0.5
2-8	0.1	0.1

ひびわれ幅	計測精度	
	誤差(mm)	
	日射あり(6.5~22klx)	日射なし(1.4klx~2klx)
0.05mm	0.029	0.029
0.1mm	0.003	0

【検証結果】

日射あり → 0.05mm: 誤差0.029mm 0.1mm: 誤差0.003mm

日射なし → 0.05mm: 誤差0.029mm 0.1mm: 誤差0mm

※自社解析ソフトの仕様上、最小計測可能幅が0.1mmとなるが、取得画像で0.05mmのひびわれも視認は可能

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40°C (10°C)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上 (1/800)

○ISO感度:640以下 (250) ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上
(日射あり:6.5~22klx、日射なし:1.4~2.0klx)

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術
開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

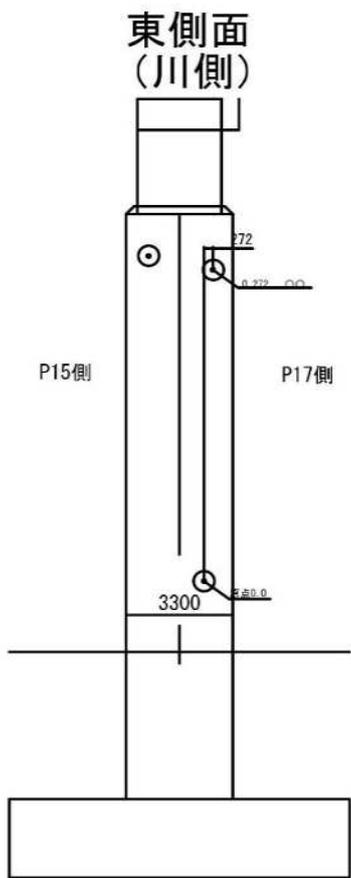
試験日 平成31年 2 月 5 日 天候 晴れ 気温 °C 風速 1.5 m/s

試験場所 波木井高架橋

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 長さ計測精度

対象構造物の概要

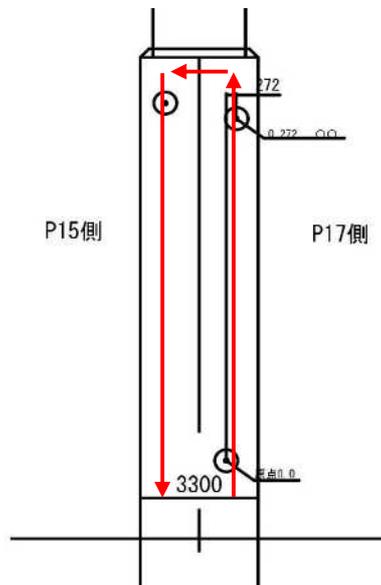


橋脚壁面に3点マーカ-を設置

試験方法(手順)

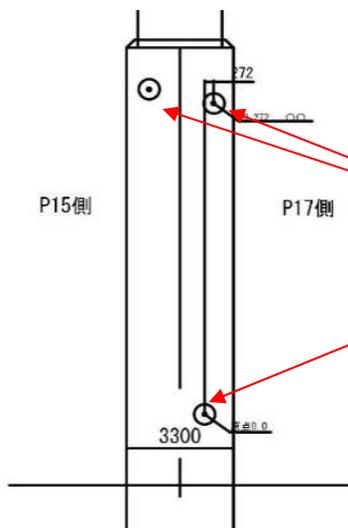
- ① 点検と同様に橋脚壁面を撮影
- ② 撮影した画像を解析ソフトにて合成処理等を実施
- ③ 解析結果からマーカース間の距離を計測
- ④ 実測値と計測結果の比較

開発者による計測機器の設置状況



マーカースが張り付けられた橋脚壁面全面を
ドローンにて連続撮影した

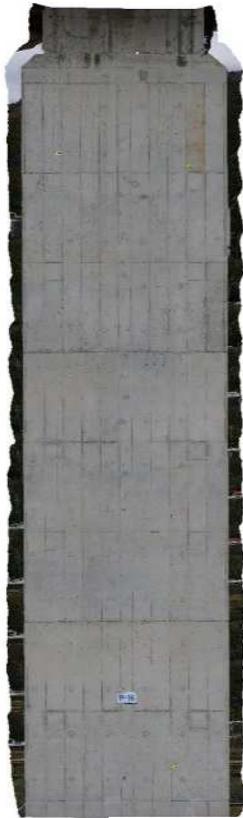
比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



橋脚壁面に上画像のマーカースを3か所設置

計測結果の比較

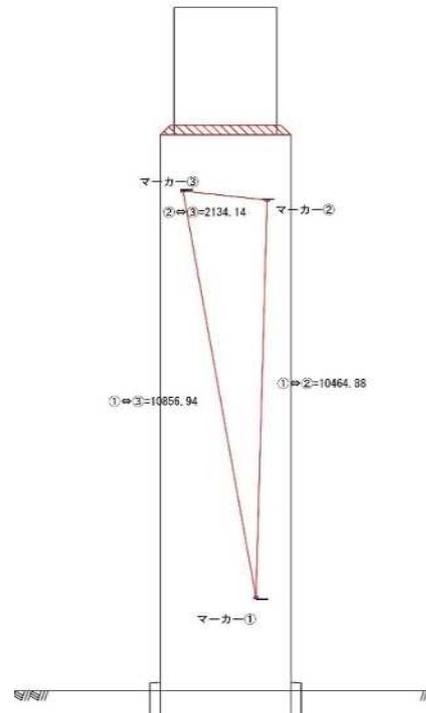
現地撮影した画像データより合成を行った結果



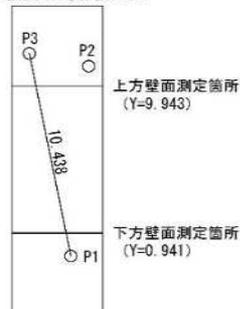
実測値

合成画像に寸法情報を与えマーカーク間の長さを計測した結果

各マーカーク間の距離



P16橋脚(川側)側面図



※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

P16橋脚(川側)マーカーク座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	0.272	10.044	-0.023
P3	-1.842	10.274	-0.022

	計測値	真値	誤差	相対誤差
P1-P2	10.465	10.048	0.417	0.041501
P1-P3	10.857	10.438	0.419	0.040142
P2-P3	2.134	2.126	0.008	
		誤差平均	0.281333	0.040821

【検証結果】 長さ計測精度は、相対誤差0.04となった

※解析時の構造物寸法に誤りがあり、垂直方向の誤差が大きくなった

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40℃ (10℃)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上 (1/1250)

○ISO感度:640以下 (320) ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術
開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

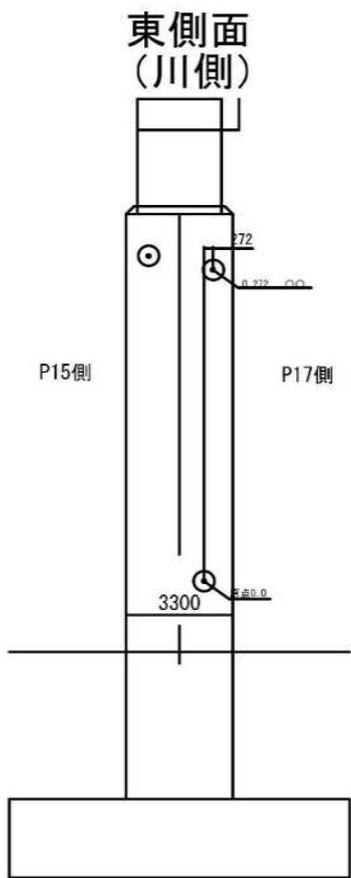
試験日 平成31年 2月 5日 天候 晴れ 気温 °C 風速 1.5 m/s

試験場所 波木井高架橋

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 位置精度

対象構造物の概要

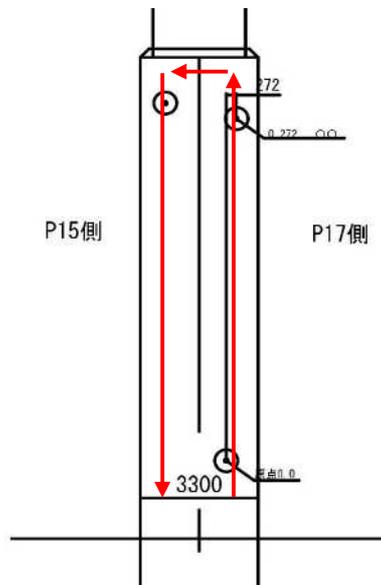


橋脚壁面に3点マーカ-を設置

試験方法(手順)

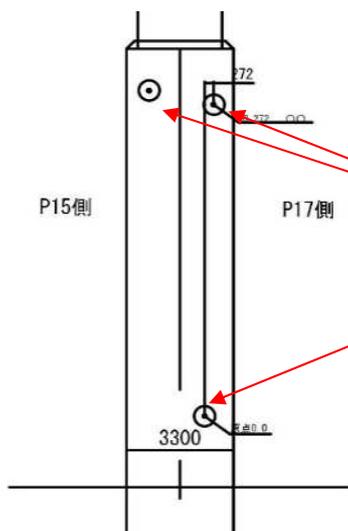
- ① 点検と同様に橋脚壁面を撮影
- ② 撮影した画像を解析ソフトにて合成処理等を実施
- ③ 解析結果からマーカース間の距離を計測
- ④ 実測値と計測結果の比較

開発者による計測機器の設置状況



マーカースが張り付けられた橋脚壁面全面を
ドローンにて連続撮影した

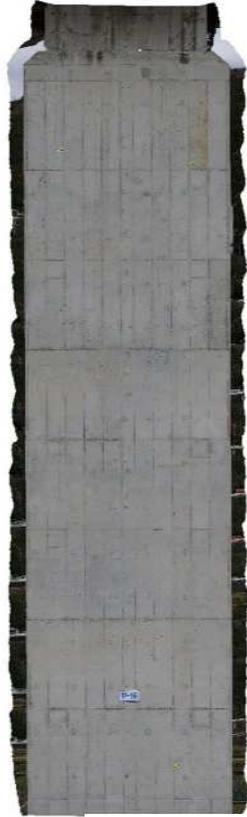
比較対象を得るため、
立会者による計測機器の設置状況



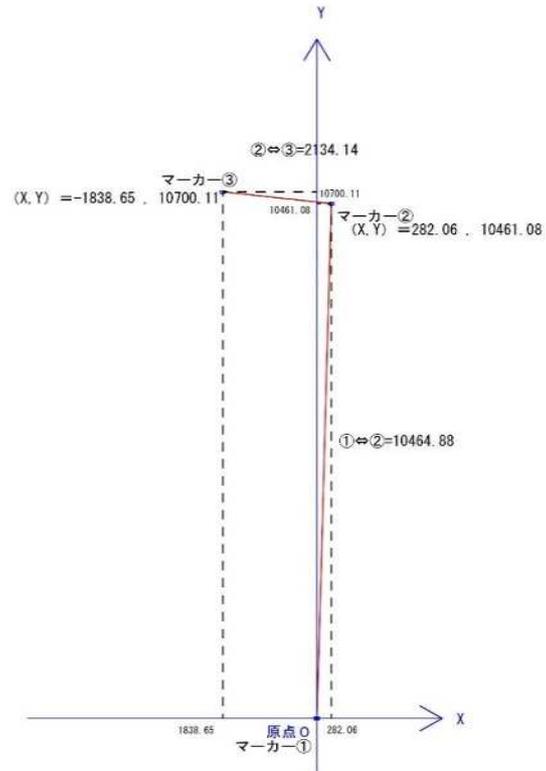
橋脚壁面に上画像のマーカースを3か所設置

計測結果の比較

現地撮影した画像データより合成を行った結果

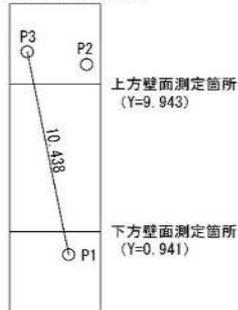


合成画像に寸法情報を与えマーカーク間の長さを計測した結果



実測値データ

P16橋脚(川側)側面図



※P1-P3は平面長及び斜辺長共に同じ寸法値

P16橋脚(川側)マーカー座標値

点名	X座標	Y座標	Z座標
P1	0.000	0.000	0.000
P2	0.272	10.044	-0.023
P3	-1.842	10.274	-0.022

	計測値		真値		誤差	
	X	Y	X	Y	X	Y
P1	0	0	0	0		
P2	0.282	10.461	0.272	10.044	0.01	0.417
P3	-1.839	10.7	-1.842	10.274	0.003	0.426

【検証結果】 計測結果と実測値の比較を行い、水平方向:3mm、垂直方向:426mmの絶対誤差となった

※解析時の構造物寸法に誤りがあり、垂直方向の誤差が大きくなった

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40°C (10°C)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上 (1/1250)

○ISO感度:640以下 (320) ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上

技術番号 BR010015-V0120

技術名 非GPS環境対応型ドローンを用いた近接目視点検支援技術

開発者名 三信建材工業株式会社
株式会社自律制御システム研究所

試験日 平成31年 2 月 5 日 天候 晴れ 気温 °C 風速 m/s

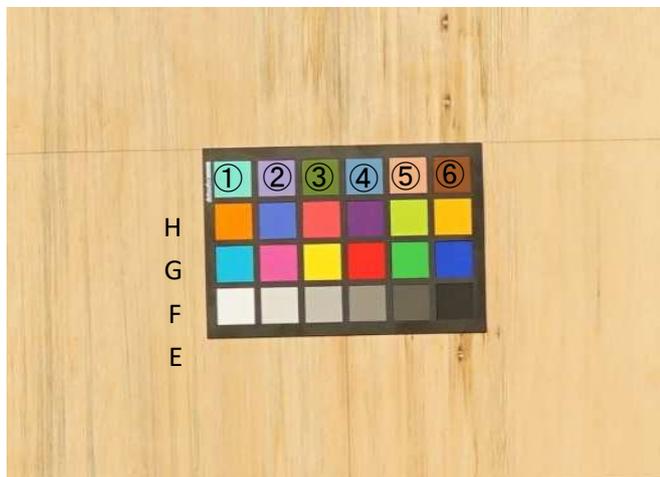
試験場所 施工技術総合研究所

カタログ分類 画像計測技術 カタログ 検出項目 ひびわれ 試験フェーズ 社内試験

試験で確認する
カタログ項目 色識別性能

対象構造物の概要

模擬板に貼付されたカラーチャート



試験方法(手順)

- ① ドローンにてカラーチャートが貼られた模擬板を撮影(撮影距離3m)
- ② 撮影した画像からRGBの色情報を取得
- ③ 実際の色情報と比較

開発者による計測機器の設置状況

日射ありの状況



日射あり/なし混在



計測結果の比較

日射ありの撮影画像



日射ありなし混在の撮影画像



比較表(日射あり)

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
1E	249	243	242	240	238	231
2E	202	230	198	225	195	206
3E	161	205	157	196	154	179
4E	122	168	118	156	116	134
5E	80	118	80	106	78	84
6E	43	65	41	59	43	47
1F	0	34	127	202	159	229
2F	192	247	75	98	145	162
3F	245	255	205	231	0	27
4F	186	255	26	54	51	39
5F	57	76	146	205	64	76
6F	25	46	55	85	135	212
1G	222	255	118	145	32	0
2G	99	104	86	124	96	219
3G	195	252	79	99	95	91
4G	83	136	58	69	106	136
5G	157	206	188	223	54	49
6G	238	255	158	194	25	12
1H	98	138	187	234	166	207
2H	126	181	125	163	174	211
3H	82	120	106	140	60	53
4H	87	120	120	167	155	195
5H	197	242	145	180	125	131
6H	112	164	76	88	60	39

比較表(混在)

	R値		G値		B値	
	真値	計測値	真値	計測値	真値	計測値
1E	249	196	242	199	238	204
2E	202	171	198	175	195	178
3E	161	140	157	144	154	145
4E	122	103	118	107	116	108
5E	80	65	80	69	78	68
6E	43	44	41	44	43	42
1F	0	0	127	138	159	185
2F	192	189	75	50	145	141
3F	245	215	205	181	0	0
4F	186	199	26	27	51	27
5F	57	23	146	159	64	57
6F	25	29	55	62	135	178
1G	222	211	118	84	32	0
2G	99	43	86	76	96	183
3G	195	207	79	48	95	66
4G	83	77	58	43	106	103
5G	157	145	188	185	54	27
6G	238	232	158	149	25	0
1H	98	54	187	186	166	173
2H	126	118	125	113	174	179
3H	82	55	106	92	60	41
4H	87	63	120	125	155	174
5H	197	196	145	134	125	111
6H	112	117	76	62	60	42

【検証結果】

実測値との大きな誤差はなく、日射ありもしくは日射日影の混在において色識別が可能

【性能を確保するための条件】（）内は検証時の条件

◆飛行条件

○風速:地上平均5.0m/s以下 (2.0m/s以下) ○気温:0~40℃ (10℃)

○天候:晴れもしくは曇り (晴れ)

○Visual SLAM有効条件

VisualSLAM技術・・・VisualSLAMは搭載した制御用カメラにより、機体下方の景色から特徴点を認識し距離を算出

することで、相対的な自己位置を推定することができる。以下、条件。

- ・水面や鏡面、雑草等が生い茂った地面は特徴点の認識ができないため不可
- ・見ている景色が動く(水面や雑草、人やモノなど)が映り込むと制御が不安定となる可能性あり
- ・その他、極端に特徴のない箇所
(検証現場は、砂利の地面や建設材料があったため有効)

◆撮影条件

○被写体距離:3~4m (3.5m) ○シャッター速度:1/800秒以上 (1/800)

○ISO感度:640以下 (250) ○フォーカス:オート

○分解能(0.1mm幅検出の場合):0.35mm/pixel ○照度:300lx以上
(日射あり:6.5~22klx、日射なし:1.4~2.0klx)